



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 03 122 A 1**

⑤① Int. Cl.7:  
**G 06 F 17/50**  
G 05 B 17/00

②① Aktenzeichen: 199 03 122.3  
②② Anmeldetag: 27. 1. 1999  
④③ Offenlegungstag: 3. 8. 2000

**DE 199 03 122 A 1**

⑦① Anmelder:  
Lierath, Friedhelm, Prof., 39326 Samswegen, DE

⑦② Erfinder:  
Antrag auf Nichtnennung

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Verfahren zur Herstellung naturgetreuer dreidimensionaler Modelle oder damit gefertigter Plastiken

⑤⑦ Zur Herstellung naturgetreuer dreidimensionaler Modelle oder damit gefertigter Plastiken von lebenden Objekten oder plastischen Objekten der Geschichte oder Kunst ist ein Verfahren geeignet, bei dem die Objektkontur mittels eines Digitalisierungsverfahrens mit hoher Genauigkeit abgetastet und digitalisiert wird, nachfolgend aus den Konturdaten im Computer ein 3-D-Volumenmodell generiert wird, mit diesen Daten eine an sich bekannte Rapid-Prototyping-Anlage gesteuert wird, mit der die dreidimensionalen Modelle oder Negativformen der Modelle in einem vorgegebenen Maßstab hergestellt werden.

Die Modelle oder Negativformen der Modelle werden bedarfsweise mit vorgegebenen Verfahren abgeformt und abgegossen.

**DE 199 03 122 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung naturgetreuer dreidimensionaler Modelle oder damit gefertigter Plastiken von lebenden Objekten oder plastischen Objekten der Geschichte oder Kunst.

Gemäß DE 20 31 217 A1 ist eine Vorrichtung zum Herstellen dreidimensionaler Reproduktionen eines Gegenstandes bekannt, z. B. eines Artikels, einer Person oder eines Teils derselben. Die Vorrichtung enthält als wesentliche Baugruppen eine Vorrichtung zur Projektion photographischer Aufzeichnungen des Gegenstandes auf einen Projektionsschirm, eine Abtastvorrichtung, mit der die Kontur des auf den Schirm projizierten Gegenstandes abgetastet wird, und ein Werkzeug. Die Abtastvorrichtung und das Werkzeug sind so miteinander verbunden, daß jede Verschiebung der Abtastvorrichtung eine entsprechende Verschiebung des Werkzeuges erzeugt. Auf diese Weise erzeugt das Werkzeug aus einem Materialblock eine exakte Reproduktion des vorgegebenen Gegenstandes. Obwohl die konkrete Ausgestaltung dieser Vorrichtung infolge der technischen Entwicklung weitgehend überholt ist, ist das ihr zugrundeliegende Prinzip der schichtweisen Darstellung eines Körpers auch in neueren Lösungen enthalten.

So ist z. B. aus der DE 34 37 483 A1 ein Verfahren bekannt, um dreidimensionale körperliche Modelle eines Organs (oder eines Teiles davon) des menschlichen Körpers im Maßstab 1 : 1 oder einem anderen Maßstab zu fertigen. Mit dem Verfahren können auch Negativmodelle (Hohlraummodelle) von Organen erzeugt werden, um damit Abgüsse anzufertigen. Hierzu werden mittels eines bildgebenden Verfahrens (Computer-Tomographie, Sonographie, Röntgen-Verfahren) Primärdaten des Organs in Form von Schichtbildern gewonnen, aus denen rechnergestützt Modelldaten erzeugt werden, welche die äußere Kontur der einzelnen Schichten repräsentieren. Eine von den Modelldaten gespeiste Bearbeitungsmaschine mit steuerbaren Werkzeugen, z. B. eine Laserschneidmaschine, fertigt aus einer Materialplatte entsprechend konturierte Scheiben, aus welchen durch Aufeinanderstapeln das körperliche Modell herstellbar ist. Die auf diesem Wege hergestellten Modelle besitzen wegen der endlichen Scheibendicke eine treppenförmige Oberfläche, die aufwendig nachbearbeitet werden muß, um vorlagengetreue Modelle zu erhalten.

In ähnlicher Weise werden gemäß der DE 35 10 639 A1 räumliche Modelle von Körperteilen erzeugt, indem computertomographische Teilschnitte dieser Körperteile in einer vorgegebenen Reihenfolge durch das Körperteil gelegt und die Begrenzungslinien der computertomographischen Teilschnitte in räumliche Koordinaten umgesetzt werden. Das Bearbeitungswerkzeug überträgt die so ermittelten Konturdaten des Körperteils auf einen kompakten Block aus Modellwerkstoff.

Dieses Verfahren ist jedoch zur Herstellung von Modellen mit stark zerklüfteter Oberfläche wenig geeignet, da bei derartigen Modellen der Fertigungsaufwand unverhältnismäßig anwächst.

Es ist auch bekannt, generative Verfahren zur Herstellung eines maßstäblichen dreidimensionalen Modells des Körperteils eines Lebewesens einzusetzen (DE 39 33 142 A1). Derartige Modelle werden z. B. zur Planung chirurgischer Eingriffe oder zur Herstellung bzw. Anpassung von Endoprothesen benötigt. Bei diesem Verfahren werden von dem betreffenden Körperteil Schnittbilder angefertigt, aus denen Daten bezüglich der dreidimensionalen Gestalt des Körperteils gewonnen werden, insbesondere Daten, welche die Oberfläche des Körperteils beschreiben. Aus diesen Daten erzeugt ein Modellgenerator schichtweise das Modell unter

Berücksichtigung eines gewählten Maßstabes durch Urformen aus einem Modellwerkstoff in der Weise, daß das Modell für jedes Volumenelement des Körperteiles ein entsprechendes Volumenelement des Modellwerkstoffs enthält. Als Modellwerkstoff sind besonders Kunststoffe geeignet, die mittels UV-Licht härtbar sind. In diesem Fall kann der Modellgenerator z. B. nach dem Verfahren der Stereolithographie (z. B. EP 171069 A) arbeiten oder aus einer dreidimensional verfahrbaren Spritzdüse für den Modellwerkstoff bestehen. Ein Nachteil des Verfahrens ist es, daß die Primärdatenerzeugung unabhängig von der Art der Oberfläche der Vorlage auf Verfahren der Schichtbildtechnik beschränkt ist, was die Herstellung naturgetreuer Modelle erschwert. Ein anderer Nachteil besteht in der fertigungstechnisch bedingten Beschränkung des Modellwerkstoffs.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, mit dem naturgetreue dreidimensionale Modelle oder damit gefertigte Plastiken von Lebewesen oder plastischen Objekten der Geschichte oder Kunst hergestellt werden können.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Die Erfindung ist besonders vorteilhaft zur Herstellung von Büsten, Statuen, Skulpturen, Figuren, Standbildern, Reliefs oder Medaillen geeignet.

Im folgenden ist die Erfindung prinzipiell sowie anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen mit weiteren Einzelheiten näher erläutert.

Dabei zeigen

**Fig. 1** ein Schema des Verfahrensablaufes von der Primärdatenerfassung bis zur Modellreproduktion,

**Fig. 2** ein Beispiel für den Verfahrensablauf zur Herstellung einer Büste.

Das Verfahren läuft nach **Fig. 1** prinzipiell nach folgenden Schritten ab:

1. die Primärdatenerfassung 1.a des Objektes mittels unterschiedlichster Verfahren der Digitalisierung, Computer- und Magnetresonanztomographie, Röntgenographie und des Ultraschalls,
2. die Primärdatentransformation 1.b, die dem Ziel dient, aus den Meßwerten, Punktwolken und Grauwertpixelbildern eine 3D-Volumengeometrie zu erzeugen,
3. die Datenmanipulation und -modifikation 1.c in Vorbereitung des herzustellenden Modells vor allem hinsichtlich der gewünschten Skalierung und Abbildungsgenauigkeit,
4. die eigentliche Modellgenerierung 1.d, die die Aufbereitung der Steuerungsdaten für alle in Frage kommenden generativen und abtragenden Fertigungsverfahren zur Modell-/Prototypen-Erzeugung umfaßt,
5. die Modellreproduktion 1.e durch abschließendes Gießen und des Kopierens auf der Basis einer Vielzahl von Werkstoffen wie z. B. Bronze, Messing, Blei-Zinn-Legierungen, Kunststoff, Mineralguß, Gips, Porzellan, Silber u. dgl.

**Fig. 2** vermittelt exemplarisch den Ablauf eines angepaßten Verfahrens zur Modellerzeugung und Reproduktion einer kulturhistorischen Büste. Die Primärdatenerfassung 2.A erfolgt durch taktile Digitalisierung auf einer 3D-Meßmaschine, die Primärdatentransformation 2.b in ein räumliches Geometriemodell durch Polygonbildung. Die Datenmanipulation/-modifikation 2.c beinhaltet den Vorgang der Verkleinerung des Urmodells und der weiteren Skalierung, hier in 5%-Schritten.

Für die Modellgenerierung 2.d wird das Stereolithogra-

phieverfahren eingesetzt. Die Modellreproduktion 2.e sieht Abgüsse in Bronze, Kunststoff oder Mineralguß vor.

Wird das Urmodell der Büste ersetzt durch eine lebende Person und das taktile Digitalisierungsverfahren durch ein berührungsloses Streifenprojektions- bzw. photogrammetrisches Meßverfahren – Primärdatenerfassung nach Fig. 2.B, dann besteht darin die einzige Modifikation gegenüber dem vorangehend erläuterten Beispiel, um nach diesem Verfahren naturgetreue dreidimensionale Modelle und Plastiken von lebenden Objekten mit frei gewählter Skalierung herzustellen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung naturgetreuer dreidimensionaler Modelle oder damit gefertigter Plastiken von lebenden Objekten oder plastischen Objekten der Geschichte oder Kunst, bei dem

– die Objektkontur mittels eines Digitalisierungsverfahrens mit hoher Genauigkeit abgetastet und digitalisiert wird,

– nachfolgend aus den Konturdaten im Computer ein 3D-Volumenmodell generiert wird,

mit diesen Daten eine an sich bekannte Rapid-Prototyping-Anlage gesteuert wird, mit der die dreidimensionalen Modelle oder Negativformen der Modelle in einem vorgegebenen Maßstab hergestellt werden,

die Modelle oder Negativformen der Modelle bedarfsweise mit vorgegebenen Verfahren abgeformt und abgegossen werden.

2. Verwendung des Verfahrens nach Anspruch 1 zur Herstellung von Büsten, Statuen, Skulpturen, Figuren, Standbildern, Reliefs oder Medaillen.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

# Prinzipielle Verfahrenskette

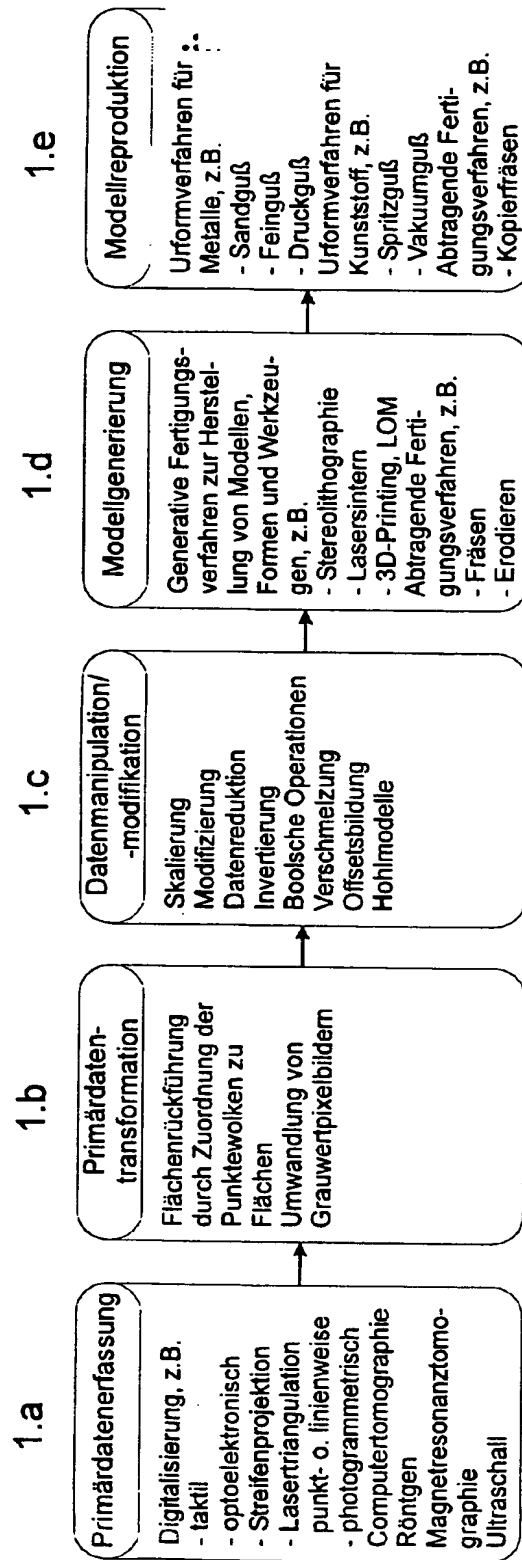


Fig. 1

# Exemplarische Verfahrensketten

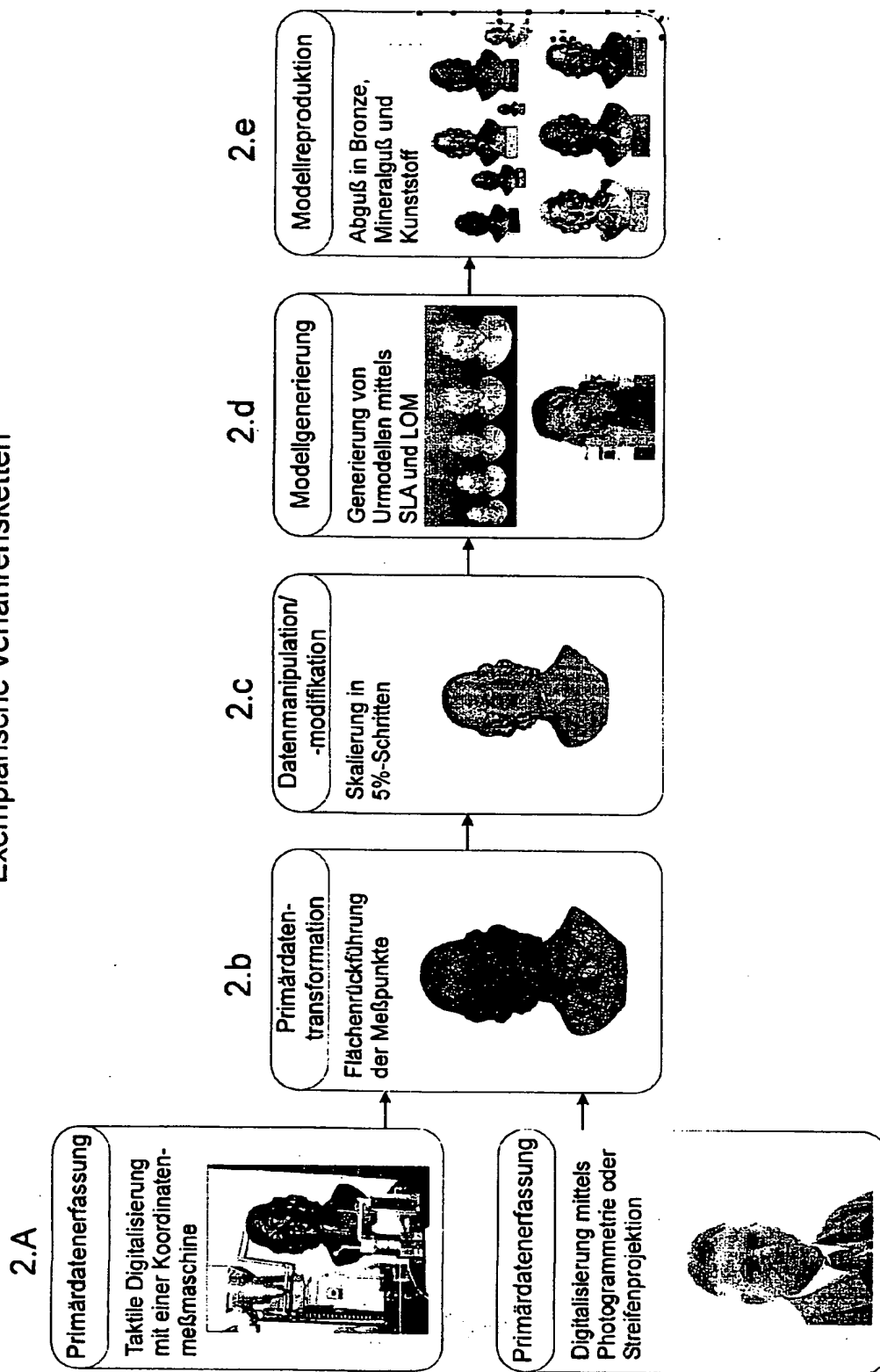


Fig. 2